

断層地形を呈する山地斜面の基岩地下水に関する検討

京都大学農学研究科 ○谷知幸, 正岡直也, 小杉賢一朗

1.研究背景

近年、豪雨による土砂災害が多発しており、その中で深層崩壊は大規模かつ広範囲に及ぶ災害となりうるため発生機構の解明は喫緊の課題である。深層崩壊の発生には基岩内に存在する地下水が関与していると考えられているが、深層崩壊発生頻度が高いとされる中生層堆積岩では、地下構造が複雑で、研究事例も少ないことから、基岩地下水には多くの不明な点が残されている。そこで本研究では堆積岩を基岩とする山地源流域において、基岩地下水の性質を明らかにするために水質と水位変動について検討する。

2.観測地と方法

調査地は滋賀県大津市葛川地域の安曇川上流の右岸斜面に位置する(図1)。地質は中生層堆積岩で花折断層に付随する断層破碎帯が分布する断層地形を呈している。調査地には斜面上に61本のボーリング孔が高密度に掘削してあり地下水位を測定した。観測期間は2015年1月1日～2020年12月31日である。また基岩地下水の水質を分析するために2017年10月11日に一斉採水を行いイオンクロマトグラフィーによる水質分析を行った。

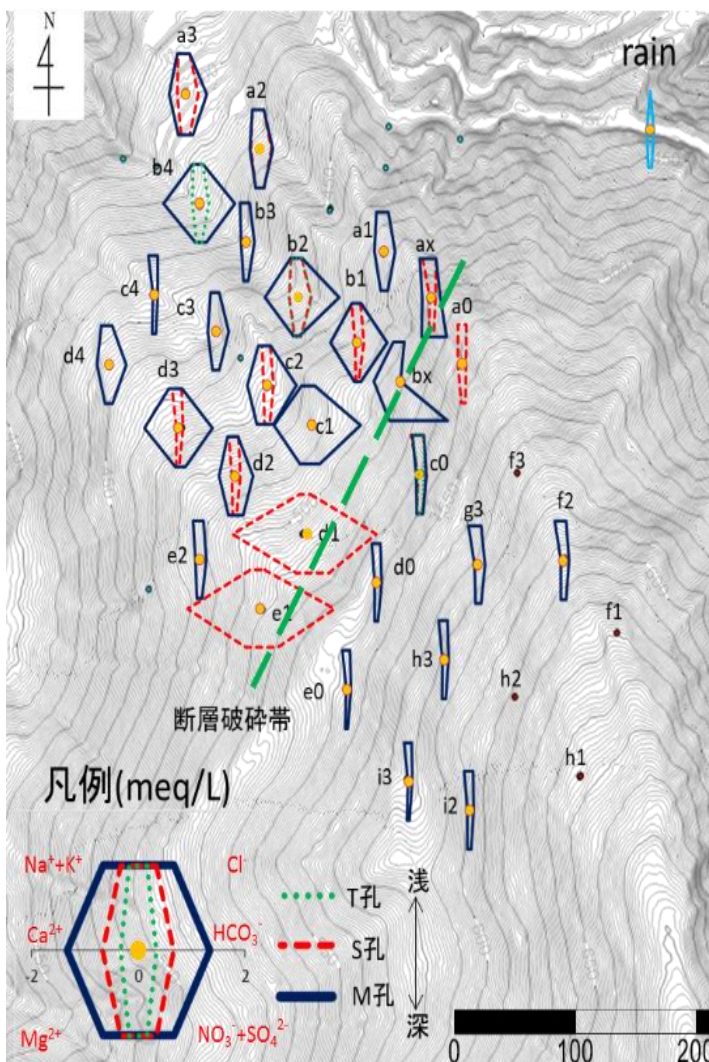


図 1:調査地とスティフダイアグラム

3.結果と考察

3-1:基岩地下水の水質

基岩地下水の水質と斜面の位置との関係について考察する。図 1 の地図において採水地点上にイオン濃度をスティフダイアグラムとして示す。水質を大きく区分すると雨に水質に近いイオン濃度の小さい地下水と雨と異なりイオン濃度の大きい地下水が存在している。斜面上部と斜面下脚部に雨に近い水質の地下水が分布している。一方で降雨とは異なりイオン濃度が大きい地下水は斜面上部には存在せず、断層破碎帯より下の位置に存在している。特に断層破碎帯のすぐ下側は他の地点と比べて特異な水質の地下水が分布していた。また斜面下脚部にはイオン濃度の小さい地下水と大きい地下水の両方がみられ同地点に複数の地下水が存在する場合は浅いボーリング孔にイオン濃度の小さい地下水が存在し深いボーリング孔にイオン濃度の大きい地下水が存在した。このように葛川サイトの地下水の水質は斜面のどの場所に属しているかによって分類ができ、斜面上部、断層破碎帯のすぐ下、斜面下脚部に分かれさらに斜面下脚部の地下水はイオン濃度の大きい地下水と小さい地下水の2種類が存在していた。

3-2: 水位上昇時の地下水位の水位変動

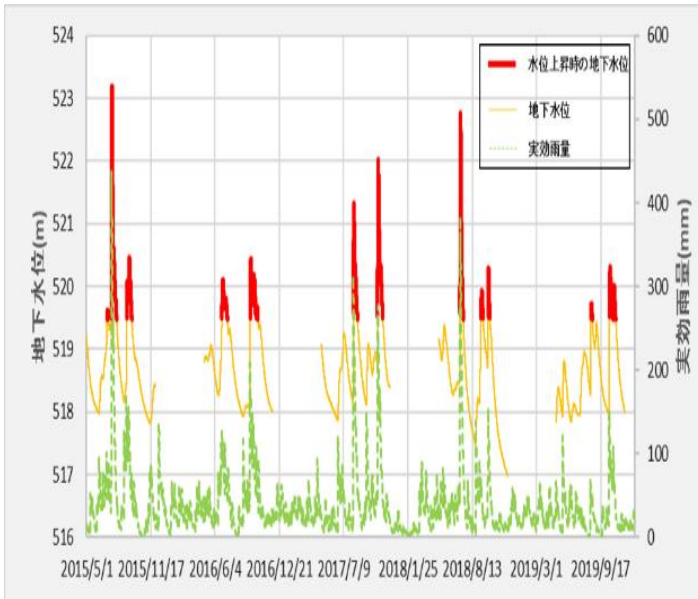


図 2: 水位上昇時の地下水位と実効雨量

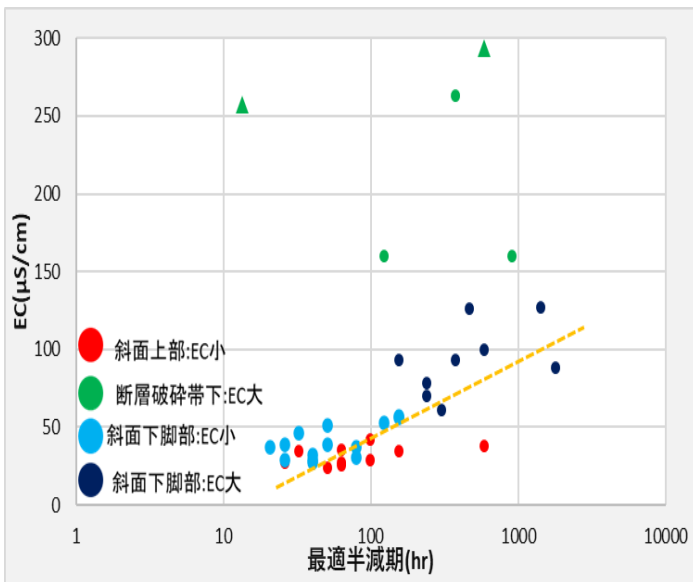


図 3: EC と最適半減期

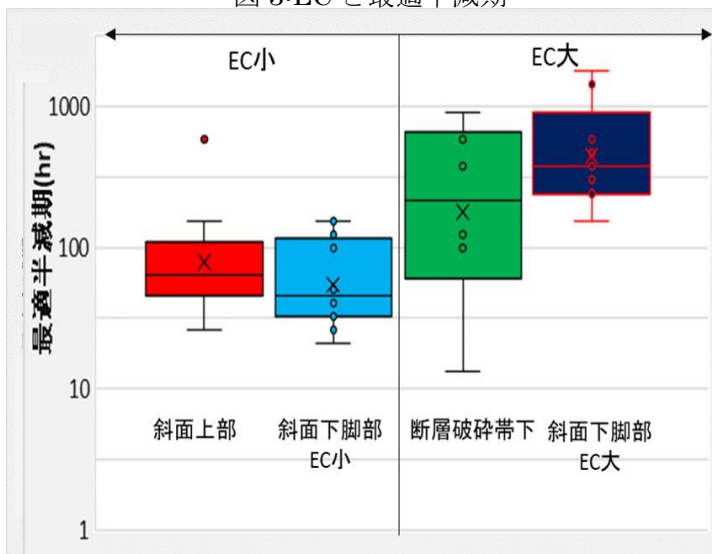


図 4: 場所ごとの最適半減期

続いて水位上昇時の地下水位の変動の仕方と水質との関係を、実効雨量を用いて考察する。実効雨量は半減期をパラメータとして地下水位を評価する雨量指標である。図 2 に d0 地点の地下水位データと半減期 66 時間の実効雨量の関係を示す。図 2 より水位上昇時の地下水位は実効雨量を用いて再現できていることがわかる。そこで地下水が常に存在していたすべての地点について実効雨量を用いて地点ごとの最適半減期を求めた。図 3 は最適半減期と EC の関係を示したものである。(EC はイオン濃度の総和を示しておりイオン濃度の大きい地下水は EC が大きくなる。) 3-1 で用いた場所ごとの分類を用いると図 3 において断層破碎帯のすぐ下の地下水以外は一直線上にのっており正の相関があることがわかる。これは降雨の影響を受けやすい半減期の小さい地下水は地下の滞在時間が短いため地下水は EC が小さくなり、降雨の影響を受けにくい半減期の大きい地下水は地下の滞在時間が長くなり EC が大きくなるためだと推測される。一方で断層破碎帯の下の地下水はガウジ粘土の影響により地下の滞在時間が短くとも EC が大きくなっていると考えられる。

図 4 は場所ごとの最適半減期の分布を箱ひげ図を用いて示したものである。イオン濃度の小さい地下水と大きい地下水で T 検定を行ったところ有意な差が検出された($p < 0.05$)。このことから水位上昇時の地下水位の変動の仕方は水質によって異なることが示された。